

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 829 300

(21) N° d'enregistrement national : 01 11248

(51) Int Cl⁷ : H 01 Q 11/12

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30.08.01.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS Etablissement public à caractère scientifique et technologique — FR et CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.03.03 Bulletin 03/10.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

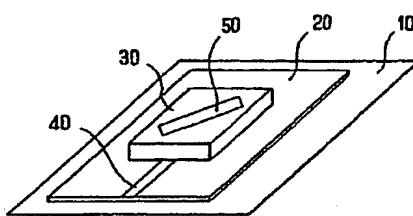
(72) Inventeur(s) : LAISNE ALEXANDRE et GILLARD RAPHAEL

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : REGIMBEAU.

(54) ANTENNE A RESONATEUR DIELECTRIQUE POLARISEE CIRCULAIREMENT.

(57) L'invention concerne une antenne à résonateur diélectrique comprenant un élément résonateur (30) en matériau diélectrique et un dispositif d'alimentation (40) du résonateur (30), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un élément parasite électriquement conducteur positionné sur ou à l'intérieur du résonateur (30), apte à créer ou à renforcer une dissymétrie du résonateur (30) par rapport au dispositif d'alimentation (40).



FR 2 829 300 - A1



ANTENNE A RESONATEUR DIELECTRIQUE POLARISEE
CIRCULAIREMENT

La présente invention concerne les antennes à résonateur
5 diélectrique (DRA) fonctionnant en polarisation circulaire.

Les antennes à résonateur diélectrique sont constituées d'un résonateur en matériau diélectrique et d'un dispositif d'alimentation (pouvant comporter des éléments métalliques) permettant d'exciter le résonateur.

10 Ces antennes présentent un fort potentiel, notamment pour leur utilisation dans le domaine de la téléphonie cellulaire, des systèmes de communication par satellite ou des radars. En effet, ces antennes présentent de nombreux avantages.

Par rapport aux antennes imprimées classiques, elles présentent un
15 rendement élevée grâce à l'absence de pertes ohmiques et surtout un fonctionnement large bande.

Elles sont intéressantes en terme de poids, de coûts et d'encombrement.

Le résonateur peut être réalisé dans des matériaux présentant des
20 permittivités variées : on trouve dans la littérature des permittivités relatives allant de 6 à 100. La bande passante et l'encombrement des antennes sont directement liés au choix de la géométrie et de la permittivité du résonateur

Ces antennes sont compatibles avec toutes les techniques classiques d'alimentation également utilisées pour les antennes imprimées
25 (ligne microruban, ligne coplanaire, fente, sonde, etc) On pourra à cet égard se référer au document [1].

On sait qu'une antenne peut rayonner un champ polarisé circulairement si le résonateur est excité suivant deux modes orthogonaux en quadrature de phase et présentant la même amplitude. Classiquement,
30 une première solution consiste à exciter séparément les deux modes, à l'aide de deux signaux de même amplitude mais déphasés de $\pi/2$, appliqués en deux points distincts. Cette première méthode présente

l'inconvénient de nécessiter une alimentation double, complexe à mettre en œuvre et encombrante

Une deuxième solution consiste à n'utiliser qu'une seule alimentation excitant simultanément les deux modes. La différence de 5 phase entre ceux-ci est dans ce cas obtenue en dissymétrisant la structure par rapport au point d'excitation. Pour une antenne à résonateur diélectrique, cette opération peut, par exemple, être réalisée comme proposé dans le document [2], en usinant des chanfreins sur un résonateur de forme carrée, alimenté selon la médiatrice à l'un de ses côtés. 10 L'inconvénient de cette solution est que l'usinage du résonateur est une opération délicate et coûteuse à mettre en œuvre, et dont la précision conditionne la qualité de la polarisation circulaire générée.

Un but de l'invention est de fournir une antenne à résonateur diélectrique simplifiée, ne présentant pas les inconvénients précités et 15 pouvant fonctionner en polarisation circulaire.

A cet effet, l'invention propose une antenne à résonateur diélectrique comprenant un élément résonateur en matériau diélectrique et un dispositif d'alimentation du résonateur, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un élément parasite électriquement 20 conducteur positionné sur ou à l'intérieur du résonateur, apte à créer ou à renforcer une dissymétrie du résonateur par rapport au dispositif d'alimentation.

Il est à noter qu'une légère dissymétrie du résonateur peut préexister en l'absence de l'élément parasite sans être suffisante pour 25 garantir l'excitation de deux modes orthogonaux avec la même amplitude et une différence de phase de 90°.

Du fait que la dissymétrie résulte principalement de l'ajout d'un élément parasite, l'antenne à résonateur diélectrique de la présente invention ne nécessite pas de découpe ou d'usinage complexe ou 30 supplémentaire du résonateur, ce qui permet d'utiliser des résonateurs présentant une géométrie simple.

Selon une mise en œuvre de l'invention, la dissymétrie du résonateur (30) créée ou renforcée par l'élément parasite est suffisante pour permettre un rayonnement en polarisation circulaire de l'antenne

Selon une variante de l'invention, l'un des éléments parasites est
5 une métallisation rapportée sur ou à l'intérieur du résonateur et positionnée pour créer une dissymétrie permanente du résonateur.

Une telle métallisation peut avantageusement être réalisée par des techniques de gravure ou de sérigraphie classiques.

Selon une autre variante de l'invention, l'un des éléments parasites
10 comprend une métallisation rapportée sur le résonateur et connectée à un circuit reliant la métallisation à un plan de masse.

Dans une mise en œuvre de l'invention, l'un des circuits est un court-circuit entre la métallisation et le plan de masse

Dans une autre mise en œuvre de l'invention, l'un des circuits
15 comprend une charge dont l'impédance est réglée dynamiquement par des moyens de commande.

La charge peut avantageusement être commandée de manière dynamique en fonction des modes résonants que l'on souhaite solliciter. De cette manière, il est possible de modifier la polarisation du champ rayonné
20 et de fournir une antenne à résonateur diélectrique apte à commuter dynamiquement entre une polarisation linéaire, une polarisation circulaire droite et une polarisation circulaire gauche.

Par exemple, l'un des circuits comprend un composant apte à connecter de manière commandée la métallisation avec le plan de masse.

25 Avantageusement, l'antenne peut comprendre plusieurs métallisations et plusieurs circuits répartis de manière symétrique sur le résonateur et aptes à être commandés symétriquement pour générer un rayonnement en polarisation rectiligne ou dissymétriquement pour générer un rayonnement en polarisation circulaire.

30 D'autres caractéristiques et avantages ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des figures annexées parmi lesquelles :

- les figures 1 et 2 sont des représentations schématiques d'une première variante d'antenne à résonateur conforme à l'invention,
- les figures 3 à 6 sont des représentations schématiques de résonateurs diélectriques comprenant un élément parasite permanent,

5 - les figures 7, 8 et 9 sont des représentations schématiques d'une deuxième variante d'antenne à résonateur diélectrique conforme à l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté une antenne à résonateur diélectrique conforme à une première variante de l'invention. Cette antenne 10 comprend un résonateur 30 de forme générale parallélépipédique en matériau diélectrique reporté sur une ligne microruban constituée d'une couche métallique 10 (faisant office de plan de masse), une couche de substrat 20 et d'un ruban métallique 40. Le résonateur 30 comporte sur sa surface supérieure une bande métallique 50 constituant un élément parasite 15 permanent.

Sur la figure 2, on a représenté une antenne à résonateur diélectrique comprenant un résonateur 30 en matériau diélectrique sur lequel a été rapportée une bande métallique 50 similaire à celle de la figure 1. Sur cette figure, le résonateur est reporté directement sur un plan de 20 masse 10 et le dispositif d'alimentation du résonateur comprend une fente 60 réalisée dans le plan de masse 10.

Sur les figures 1 et 2, la présence de l'élément parasite 50 entraîne une dissymétrie de la géométrie du résonateur 30 par rapport au dispositif d'alimentation (c'est à dire par rapport à la fente 60 ou à l'extrémité du 25 ruban 40). Cette dissymétrie entraîne une excitation du résonateur suivant deux modes résonants orthogonaux.

L'élément parasite 50 et le dispositif d'alimentation étant indépendants, l'invention est compatible avec tous les dispositifs et techniques d'alimentation connus de l'homme du métier tels que le 30 couplage électromagnétique, les guides d'ondes diélectriques, les sondes, etc.

Les figures 3 à 6 représentent des exemples de formes de résonateurs pouvant être utilisés pour la réalisation des antennes des figures 1 et 2.

Sur la figure 3, le résonateur 30 présente une forme de parallélépipède. Une bande métallique 50 est positionnée sur la face supérieure du résonateur suivant la diagonale de celui-ci.

Sur la figure 4, le résonateur 30 présente une forme cylindrique. Une bande métallique 50 est positionnée sur la face supérieure du résonateur.

Sur la figure 5, le résonateur 30 comprend une bande métallique 50 constituant l'élément parasite positionné à l'intérieur du résonateur 30 et suivant l'une des ses diagonales. Une telle configuration peut être obtenue par exemple en utilisant la technologie LTCC (Laminate Temperature Cofired Ceramic).

Sur la figure 6, le résonateur 30 présente une forme de pavé carré. Deux métallisations 51 et 52 ont été réalisées sur les surfaces de deux coins opposés du résonateur 30.

Bien entendu, il existe une infinité de formes de réalisation possibles du résonateur 30 : parallélépipède, prisme, cylindre, hémisphère, ellipsoïde, couronne, etc. De même, le ou les élément(s) parasite(s) peuvent prendre diverses formes à partir du moment où ces éléments créent une dissymétrie du résonateur par rapport au dispositif d'alimentation.

Sur la figure 7, on a représenté une antenne à résonateur diélectrique conforme à une deuxième variante de l'invention. Sur cette figure, le dispositif d'alimentation n'a pas été représenté mais on considérera que le point d'excitation est situé sur la médiatrice de l'un des côtés du résonateur. Cette antenne comprend une plaque métallique 10 formant un plan de masse sur lequel est plaquée une couche de substrat 20. Un résonateur 30 de forme générale parallélépipédique en matériau diélectrique est reporté sur ce substrat 20. Deux métallisations 53 et 54 ont été réalisées entre le substrat 20 et le résonateur 30 au niveau de deux

coins diagonalement opposés du résonateur. Ces deux métallisations 53 et 54 sont reliées au plan de masse 10 par un fil conducteur traversant le substrat 20 pour former deux courts-circuits

Les deux courts-circuits entraînent une dissymétrie permanente de 5 la géométrie du résonateur 30 (par rapport au dispositif d'alimentation non représenté) qui modifie les modes résonants de l'antenne.

Sur la figure 8, l'antenne comprend quatre métallisations 53, 54, 55, 56 entre le substrat 20 et le résonateur 30 localisées au niveau de chaque coin du résonateur. Chaque métallisation est reliée au plan de masse 10 par un circuit traversant le substrat 20. Chacun des circuits comprend un composant 63, 64, 65 ou 66 actif ou passif.

Dans le cas où les composants 63, 64, 65, 66 sont actifs, ils peuvent être commandés par des dispositifs de commandes extérieurs (non-représentés) aptes à modifier leur état (ou l'un de leur paramètre). La 15 dissymétrie de la structure réside alors dans le contrôle dynamique de l'état de ces composants.

Par exemple, les composants 63, 64, 65, 66 peuvent être des interrupteurs réalisés à partir de diodes PIN ou de commutateurs micro-usinés MEMS (Micro-ElectroMechanical Systems). On contrôle la 20 commutation des interrupteurs par l'intermédiaire de sources de commande continues. Les métallisations 53, 54, 55, 56 sont alternativement connectées ou non au plan de masse 10.

L'antenne rayonne un champ polarisé circulairement lorsque les interrupteurs 63 et 65 sont dans un état passant tandis que les interrupteurs 25 64 et 66 sont non-passants. Pour inverser le sens de polarisation du champ rayonné, on commute les interrupteurs. Il en résulte que les interrupteurs 63 et 65 sont non-passants et que les interrupteurs 64 et 66 sont passants.

L'antenne rayonne un champ polarisé linéairement lorsque les interrupteurs sont commandés de manière symétrique par rapport au 30 dispositif d'alimentation. Par exemple, on obtiendra une polarisation linéaire du champ rayonné si les interrupteurs 64 et 65 sont passants tandis que 63 et 66 sont non-passants.

Plus généralement, les composants 63, 64, 65, 66 sont des charges dont on contrôle l'impédance. Pour « dissymétriser » la structure et obtenir une polarisation circulaire dans un sens donné, on commande une première valeur d'impédance pour les charges 63 et 65, et une seconde valeur d'impédance pour les charges 64 et 66.

5 Pour passer d'une polarisation circulaire dans un sens à une polarisation circulaire dans l'autre sens, on peut alors inverser la valeur des impédances afin d'inverser le retard de phase entre les modes résonants.

10 Pour obtenir une polarisation linéaire, il suffit de régler les impédances des charges de manière symétrique par rapport au dispositif d'alimentation. On peut par exemple égaliser toutes les impédances

Par conséquent, la polarisation rayonnée par l'antenne est directement contrôlée par des dispositifs de commande aptes à modifier l'état des charges.

15 Sur la figure 9, on a représenté une antenne à résonateur diélectrique dans laquelle le plan de masse 10 est constitué d'une couche métallique rapportée sur un substrat 20. La couche métallique formant le plan de masse 10 a été gravée au niveau des zones 73, 74, 75 et 76 entourant les coins du résonateur 30 de manière à former quatre plots 20 métalliques 53, 54, 55 et 56 sur lesquels reposent les coins du résonateur 30. Les plots métalliques 53, 54, 55 et 56 sont reliés au plan de masse 10 par l'intermédiaire de composants actifs ou passifs 83, 84, 85 et 86.

Cette antenne peut être commandée de la même façon que l'antenne de la figure 8. Pour obtenir une polarisation circulaire du champ 25 rayonné, on commande les composants 83, 84, 85 et 86 de manière dissymétrique. Pour inverser le sens de la polarisation, on inverse les commandes des composants. Pour obtenir une polarisation linéaire, on commande les composants symétriquement par rapport au dispositif d'alimentation.

30 Comme on l'aura compris, les composants actifs ou passifs 63, 64, 65, 66, 83, 84, 85 et 86 (associés ou non à des métallisations 53, 54, 55,

56) constituent des éléments parasites dont les états sont commandés indépendamment de l'alimentation du résonateur 30

Bien entendu, il est possible de combiner l'utilisation d'éléments parasites permanents (tels que des bandes métalliques fixées dans ou sur

5 le résonateur ou des courts-circuits) et l'utilisation d'éléments actifs dont l'état peut être commandé. En choisissant différentes combinaisons d'éléments parasites, on peut par exemple ajuster l'amplitude des modes résonants et la quadrature de phase entre ces modes de manière à minimiser le taux d'ellipticité de la polarisation rayonnée.

10 Les antennes ainsi obtenues peuvent être mises en réseau. Cette mise en réseau permet d'obtenir une bonne directivité du signal émis et de corriger les défauts d'ellipticité du champ global généré.

BIBLIOGRAPHIE/

15 [1] « Recent Advances in Dielectric-Resonator Antenna Technology », A Petosa et al., (IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol.40, n°3, juin 1998)

[2] « Broadband Circularly Polarised Planar Array Composed of a pair of Dielectric Resonator Antennas », M Haneishi et al., (Electronics Letters, 20 vol.21, n°10, 9 mai 1985)

REVENDICATIONS

- 1 Antenne à résonateur diélectrique comprenant un élément résonateur (30) en matériau diélectrique et un dispositif d'alimentation (40, 5 60) du résonateur (30), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un élément parasite électriquement conducteur positionné sur ou à l'intérieur du résonateur (30), apte à créer ou à renforcer une dissymétrie du résonateur (30) par rapport au dispositif d'alimentation (40, 60)
2. Antenne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la 10 dissymétrie du résonateur (30) créée ou renforcée par l'élément parasite est suffisante pour permettre un rayonnement en polarisation circulaire de l'antenne
3. Antenne selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'un des éléments parasites est une métallisation 15 (50, 51, 52) rapportée sur ou à l'intérieur du résonateur (30) et positionnée pour créer une dissymétrie permanente du résonateur (30).
4. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'un des éléments parasites est une bande métallique (50) positionnée à la surface du résonateur (30).
- 20 5. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'un des éléments parasites est une bande métallique (50) positionnée à l'intérieur du résonateur (30).
6. Antenne selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que l'un des éléments parasites comprend une métallisation (53, 54, 55, 25 56) rapportée sur le résonateur (30) et connectée à un circuit reliant la métallisation à un plan de masse (10).
7. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'un des circuits est un court-circuit entre la métallisation (53, 54, 55, 56) et le plan de masse (10).
- 30 8. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'un des circuits comprend une charge (63, 64, 65, 66) dont l'impédance est réglée dynamiquement par des moyens de commande.

9. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs métallisations (53, 54, 55, 56) et plusieurs circuits répartis symétriquement sur le résonateur (30) et aptes à être commandés symétriquement pour générer un rayonnement en polarisation rectiligne ou dissymétriquement pour générer un rayonnement en polarisation circulaire
- 5 10. Réseau d'antennes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une antenne selon l'une des revendications précédentes

1 / 3

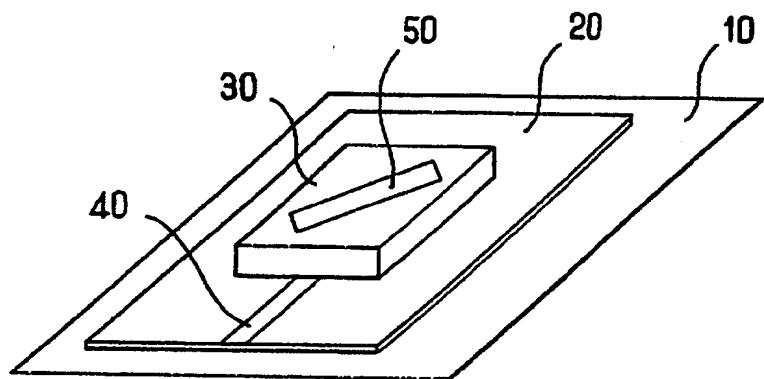


FIG. 1

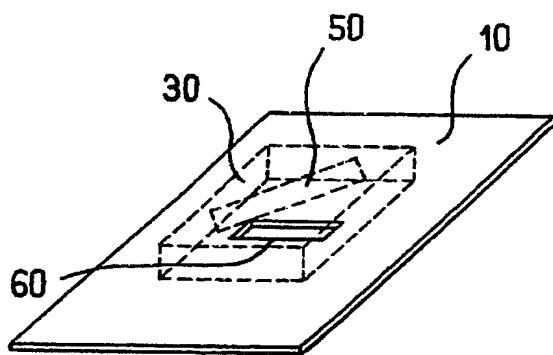


FIG. 2

2 / 3

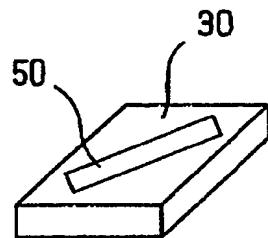


FIG. 3

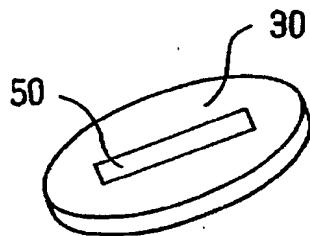


FIG. 4

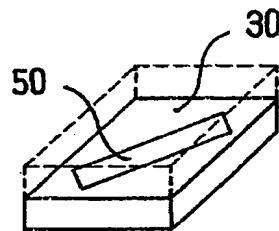


FIG. 5

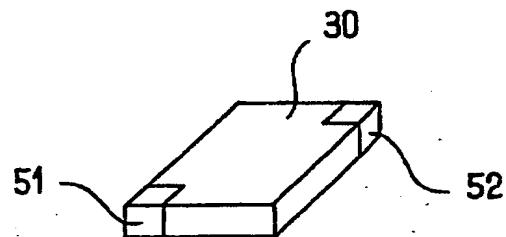
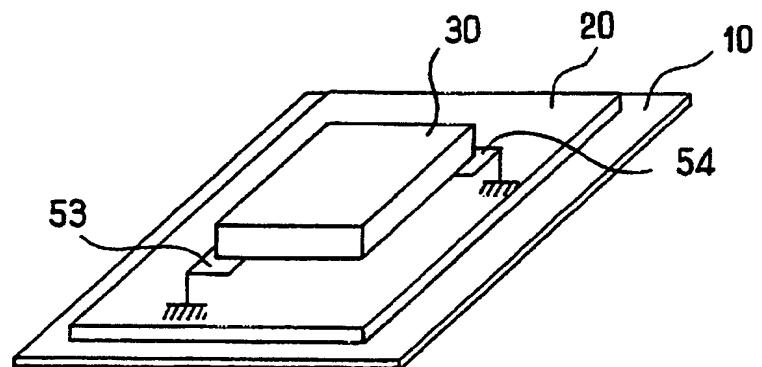
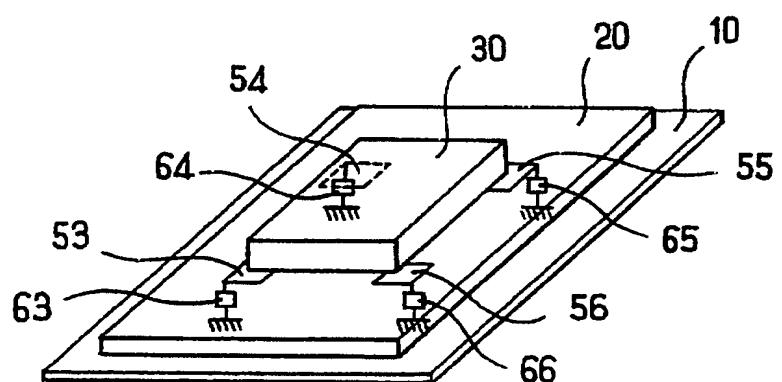
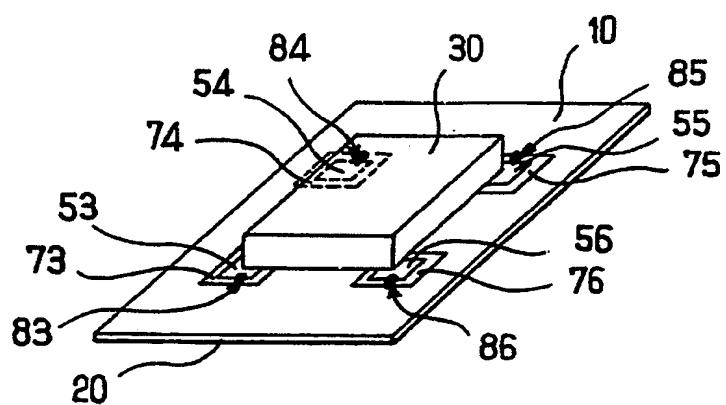


FIG. 6

3 / 3

FIG. 7FIG. 8FIG. 9

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
 nationalFA 612980
 FR 0111248établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concerné(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	LONG R T ET AL: "Use of parasitic strip to produce circular polarisation and increased bandwidth for cylindrical dielectric resonator antenna" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 7, 29 mars 2001 (2001-03-29), pages 406-408, XP006016416 ISSN: 0013-5194	1-7,10	H01Q11/12
Y	* le document en entier *	8,9	
Y	US 4 379 296 A (FARRAR FREDERICK G ET AL) 5 avril 1983 (1983-04-05) * colonne 5, ligne 12 - ligne 28; figure 5B *	8,9	
X	LEE M T ET AL: "Circularly polarised dielectric resonator antenna with a microstrip feed" MICROWAVE CONFERENCE, 1999 ASIA PACIFIC SINGAPORE 30 NOV.-3 DEC. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 30 novembre 1999 (1999-11-30), pages 722-723, XP010374283 ISBN: 0-7803-5761-2 * le document en entier *	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.7) H01Q
1			
	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
	17 mai 2002	Moumen, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS <ul style="list-style-type: none"> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : antécédent technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire 			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

2829300

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0111248 FA 612980**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-05-2002**.

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4379296	A 05-04-1983	AUCUN	

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82